Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Régions de Terre-Neuve-et-Labrador, du Québec, du Golfe et des Maritimes

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2015/030

CONDITIONS OCÉANOGRAPHIQUES DANS LA ZONE ATLANTIQUE EN 2014

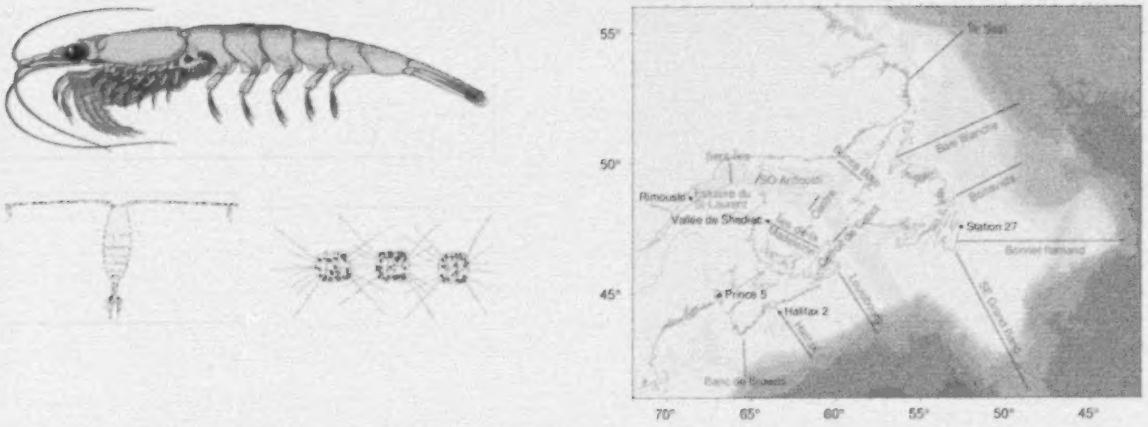

Figure 1. (Gauche) Taxons clés du réseau trophique pélagique : euphausiacés (dans le haut), phytoplancton (dans le coin inférieur droit) et copépodes (dans le coin inférieur gauche). Images : Pêches et Océans Canada; (Droite) Stations d'échantillonnage à haute fréquence (noir) et lignes de sections sélectionnées (rouge) du Programme de monitorage de la zone atlantique.

Contexte:

Mis en œuvre en 1998, le Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA) vise à accroître la capacité de Pêches et Océans Canada à comprendre, à décrire et à prévoir l'état de l'écosystème marin, de même qu'à quantifier les changements observés quant aux propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan.

Une description des profils saisonniers de la répartition du phytoplancton (végétaux microscopiques) et du zooplancton (animaux microscopiques) fournit des renseignements importants sur les organismes qui constituent la base du réseau trophique marin. Or, pour appliquer une approche écosystémique à l'égard de l'évaluation des stocks et de la gestion des ressources marines, il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton et leur variabilité interannuelle.

SOMMAIRE

- Les températures de surface moyenne sur tous les mois sans glace étaient à des niveaux record dans l'estuaire du Saint-Laurent et ont dépassé la normale à travers la zone, à l'exception d'une région.
- Les températures de surface en août ont été à des niveaux record dans 7 des 12 régions de la zone. Les températures de surface de la division 4X-est du golfe du Maine-baie de Fundy étaient à des niveaux records pour les mois de septembre à décembre.
- Le volume de glace est revenu à des conditions près de la normale sur le plateau de Terre-Neuve-et-du-Labrador, sa valeur la plus élevée depuis 1994, et a atteint le volume le plus élevé depuis 2003 dans le golfe du Saint-Laurent. La glace a été exportée vers le plateau néo-écossais pour la première fois depuis 2009.

- La superficie ou le volume de la couche intermédiaire froide (CIF) ont montré un gradient allant de plus grand que la normale sur le Plateau de Terre-Neuve-et-du-Labrador, près de la normale dans le golfe du Saint-Laurent et plus petit que la normale sur le Plateau néo-écossais. La superficie de la CIF sur les Grands Bancs était la plus importante depuis 1985 au printemps et depuis 1997 en juillet. La CIF en juillet sur le Plateau néo-écossais était le deuxième plus petit et a été liée au transport des eaux chaudes provenant du large.
- Les températures au fond étaient généralement normales ou supérieures à la normale dans la zone, comprenant des niveaux record dans les eaux profondes du nord du golfe du Saint-Laurent et dans la division 4W.
- Aux stations d'échantillonnage à haute fréquence, les températures et la stratification étaient normales à supérieures à la normale, et les salinités étaient près de la normale. Les températures au fond étaient sous la normale à la station 27, près de la normale à la station Vallée de Shédiac où les conditions de la CIF influencent la température au fond, et au-dessus de la normale aux stations Halifax 2, Prince 5 et Rimouski. La température au fond était à un niveau record de séries à la station Rimouski.
- Les cycles saisonniers de la température de l'air et à la surface de l'océan ont montrés une année d'extrêmes: les températures étaient bien inférieures à la moyenne en hiver et bien au-dessus de la normale en été, incluant des records de séries.
- L'indice de transport du courant du Labrador était près de la normale au large du Labrador et de Terre-Neuve et inférieure à la normale sur le talus néo-écossais.
- Dans la mer du Labrador, les pertes de chaleur extrêmes de l'hiver 2013-14 ont conduit à la formation du plus important volume d'eau de mer du Labrador nouvellement ventilée depuis 2007-2008. La profondeur de la couche de mélange hivernale en 2013-14 a dépassé 1 700 m.
- Deux événements de baisse de salinité notables ont été observés en 2008-10 et 2011-14 dans la mer du Labrador.
- Les inventaires de nitrate sous la couche de surface sur le Plateau de Terre-Neuve-et-du-Labrador étaient en moyenne 2,5 écarts-types sous la normale en 2014, une poursuite du déclin qui a débuté en 2008. En revanche, les inventaires de nitrate sous la couche de surface dans le golfe du Saint-Laurent ont augmenté depuis 2010, avec une moyenne désormais 0,95 écart-type au-dessus de la normale. Les inventaires de nitrate sous la couche de surface étaient près de la normale sur la majeure partie du Plateau néo-écossais.
- Les inventaires de chlorophylle *a* étaient près de la moyenne à long terme dans une grande partie de la zone atlantique.
- Depuis 2004, il y a eu une tendance vers une apparition plus précoce de la floraison printanière de phytoplancton couplé avec une amplitude de la floraison plus faible dans les eaux au large de Terre-Neuve.
- Une apparition tardive de la floraison printanière dans la plupart de la zone atlantique en 2014 a peut-être été un reflet de l'hiver froid de cette année. L'ampleur de la floraison printanière était aussi inférieure à la normale dans la majeure partie de la zone atlantique.
- En 2014, l'abondance de copépodes dans la majorité de la zone a augmenté par rapport aux niveaux observés en 2013, mais a diminué à des niveaux sous la normale dans la mer du Labrador et dans la partie nord au large de Terre-Neuve.

- L'abondance de *Calanus finmarchicus* était en dessous ou bien en dessous de la normale dans une grande partie de la zone atlantique et la mer du Labrador, à l'exception de la partie centrale du plateau néo-écossais.
- L'abondance de *Pseudocalanus* spp. a augmenté dans le golfe du Saint-Laurent et sur la plupart du Plateau de Terre-Neuve alors qu'il y a eu une baisse sur le Plateau néo-écossais et le Plateau du Labrador.
- Les taxons non-copépodes ont démontré une augmentation considérable en abondance sur les Grands Bancs et dans le golfe du Saint-Laurent et le détroit de Cabot. Cela semble être la poursuite d'une tendance qui a commencé en 2004.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Mis en œuvre en 1998 (Therriault *et al.*1998), le PMZA vise à accroître la capacité de Pêches et Océans Canada à comprendre, à décrire et à prévoir l'état de l'écosystème marin, de même qu'à quantifier les changements observés quant aux propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan. L'un des éléments essentiels du PMZA est l'évaluation annuelle des propriétés océanographiques physiques ainsi que de la répartition et de la variabilité des concentrations des sels nutritifs, du plancton et du zooplancton.

Une description de la répartition spatio-temporelle des sels nutritifs dissous dans l'eau de mer (nitrates, silicates, phosphates) et de la concentration d'oxygène fournit des renseignements importants sur les mouvements des masses d'eau ainsi que sur la période et l'ampleur des cycles de production biologique, et sur les lieux où ils se manifestent. Une description de la répartition du phytoplancton et du zooplancton apporte quant à elle des renseignements importants sur les organismes qui forment la base du réseau trophique marin. Il est essentiel de comprendre les cycles de production du plancton pour appliquer une approche écosystémique à l'égard de l'évaluation des stocks et de la gestion des pêches.

L'information sur l'état de l'écosystème marin fournie par le PMZA est dérivée de données recueillies à partir d'un réseau de points d'échantillonnage (stations d'échantillonnage à haute fréquence, transects traversant le plateau continental, stations faites lors de relevés écosystémiques) dans chaque région administrative du MPO (Québec, Maritimes, Golfe, Terre-Neuve-et-Labrador), qui sont échantillonnés à une fréquence allant d'à toutes les semaines jusqu'à une fois l'an (Figure 1). Les paramètres échantillonnés visent à fournir des renseignements de base sur la variabilité naturelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du Plateau continental de l'Atlantique Nord-Ouest. Les relevés au chalut (écosystémiques) et l'échantillonnage sur des transects du plateau continental donnent des renseignements géographiques régionaux détaillés, dont la portée saisonnière est toutefois limitée. Des stations d'échantillonnages à haute fréquence placées dans des points stratégiques servent à compléter l'échantillonnage à grande échelle, en donnant des renseignements plus détaillés sur les changements temporels (saisonniers) observés quant aux propriétés de l'écosystème pélagique.

Les conditions environnementales sont généralement exprimées comme des anomalies, à savoir, les écarts de leur moyenne à long terme. Les conditions moyennes ou normales à long terme sont calculées lorsque possible pour la période de référence de 1981-2010 pour les paramètres physiques, et pour 1999-2010 pour les paramètres biogéochimiques. En outre, parce que ces séries ont différentes unités (°C, km^3, km^2, etc.), chaque série temporelle d'anomalies est normalisée en divisant par l'écart-type, qui est également calculé en utilisant les données de la période de référence, si possible. Cela permet une comparaison plus directe des différentes séries. Les données manquantes sont représentées par les cellules grises, les valeurs au sein de ± 0,5 écart-type de la moyenne pour les données physiques et ± ⅓ écart-type de la moyenne pour les données biogéochimiques sont considérées comme proche de la normale et illustrées avec des cellules blanches, et les conditions

correspondant à plus chaudes que la normale (des températures plus élevées, la réduction des volumes de glace ou des superficies et volumes d'eau froide) par des cellules rouges, avec des rouges plus intenses pour des conditions de plus en plus chaudes et des abondances plus élevées de sels nutritifs, phytoplancton et zooplancton. De même, le bleu représente des conditions plus froides que la normale, et des abondances réduites des variables biogéochimiques. Des conditions supérieures à la normale en apports d'eau douce, de salinité ou de stratification sont illustrées en rouge, mais ne correspondent pas nécessairement à des conditions plus chaudes que la normale.

ÉVALUATION

Environnement physique

Voici un résumé des conditions océanographiques physiques observées au cours de l'année 2014 en ce qui concerne les eaux océaniques de l'est du Canada (figure 2), telles que détaillées dans trois rapports rédigés dans le cadre du PMZA (p. ex. Colbourne *et al.* 2014; Galbraith *et al.* 2014; Hebert *et al.* 2014).

Les températures de l'air étaient sous la normale dans la zone en hiver et au printemps, mais ont connu une transition vers des niveaux record à l'été, demeurant par la suite au-dessus de la normale à l'automne. Moyenné sur 13 stations météorologiques situées dans le golfe Saint-Laurent, le mois de juillet a eu les températures de l'air les plus chaudes depuis 1873 (+ 2,1 °C, + 2,3 écarts-types). Des records de température ont été enregistrés pour ce mois à Plum Point (depuis 1972, + 3,2 °C, + 2,4 écarts-types), Baie-Comeau (depuis 1965, + 2,2 °C, + 3,0 écarts-types), Îles-de-la-Madeleine (depuis 1934, + 2,8 °C, + 2,0 écarts-types) ainsi qu'à Daniel's Harbour (depuis 1947, + 3,6 °C, + 2,5 écarts-types), tandis que la température de l'air a atteint son plus haut niveau depuis 1921 à Stephenville (+ 2,8 °C, + 2,5 écarts-types). La vague de chaleur a persisté en août dans l'estuaire du Saint-Laurent et le nord du golfe Saint-Laurent, avec une anomalie de + 2,2 écarts-types à Sept-Îles (le plus élevé depuis 1955; + 2,3 écarts-types) et des anomalies de + 1,8 °C à Mont-Joli et Baie-Comeau. À Terre-Neuve-et-Labrador (Cartwright et St-John's), les moyennes annuelles de température de l'air étaient près de la normale. Parmi les stations sur le plateau néo-écossais, l'île de Sable avait la plus grande anomalie (+ 1,2 °C, + 1,7 écart-type), Shearwater et Yarmouth étaient supérieures à la normale à + 0,7 °C (+ 0,9 écart-type) et + 0,6 °C (+ 0,9 écart-type) respectivement, mais d'autres stations avaient des moyennes près de la normale.

Les températures de surface de la mer pendant les mois sans glace étaient à un niveau record dans l'Estuaire et étaient supérieures à la normale dans l'ensemble de la zone à l'exception d'une région, en dépit des températures printanières sous la normale dans de nombreuses régions (figures 3 à 5). Alors que les anomalies moyennes saisonnières n'étaient pas aussi élevées que les niveaux records observés dans de nombreuses régions en 2012, les températures de surface en août (figure 5) étaient à des niveaux records dans 7 des 12 régions représentées sur la figure 2 et répertoriées dans la figure 5. Les températures de surface dans la Division 4X-est du golfe du Maine-baie de Fundy étaient à des niveaux record pour les mois de septembre à décembre.

Le débit d'eau douce dans le golfe du Saint-Laurent, particulièrement dans l'estuaire du Saint-Laurent, a une forte incidence sur les phénomènes de circulation, de salinité et de stratification (et donc sur les températures dans les couches supérieures) dans le golfe et, en raison du courant de la Nouvelle-Écosse, sur le Plateau néo-écossais. À titre d'exemple, la salinité moyenne entre 0 et 20 m de profondeur sur le Plateau madelinien (non illustré) pour la période de faible débit de 1999 à 2007 était supérieure d'environ 0,5 unité de salinité par rapport à la moyenne des années de fort débit des décennies 1970, 1980 et 1990. Cela représente un apport supplémentaire d'environ 17 km^3 d'eau douce dans les premiers 20 m du Plateau madelinien. Le débit du fleuve Saint-Laurent est en baisse depuis le début des années 1970, mais il semble de nouveau en hausse depuis 2001 (figure 6). Le

débit moyen était au-dessus de la normale en 2014 (+ 1,1 écart-type), comme était aussi la crue printanière (+ 1,8 écart-type).

L'oscillation nord-atlantique (ONA) est un indice du forçage atmosphérique hivernal dominant sur l'océan Atlantique Nord. Elle influe sur les vents, la température de l'air, les précipitations et les caractéristiques hydrographiques de la côte est canadienne, soit directement ou par advection. Un indice positif est habituellement associé à de forts vents du nord-ouest, de l'air froid, des eaux de surface froides et de grands couverts de glace sur la mer du Labrador, avec un effet contraire lors d'indice négatif. La tendance des courants océaniques du nord vers le sud étend l'influence de l'ONA à l'intérieur du golfe du Saint-Laurent et sur le Plateau néo-écossais. En 2014, l'indice d'ONA était au-dessus de la normale (+ 1,3 écart-type; 5e indice le plus élevé de la série), en accord avec les basses températures de l'air de l'hiver, le plus grand volume de glace de mer depuis 1994 sur le plateau de Terre-Neuve et du Labrador et l'augmentation de la superficie de la couche intermédiaire froide estivale (figure 6). De tels indices de l'ONA n'avait pas été observés depuis 1995 et 2012.

Au cours de la dernière décennie, les volumes de glace sur le Plateau continental de Terre-Neuve-et-Labrador ainsi que dans le golfe du Saint-Laurent et le Plateau néo-écossais ont généralement été plus faibles que la normale et ont atteint un bas niveau record dans le golfe du Saint-Laurent en 2010 et sur le Plateau de Terre-Neuve-et-Labrador en 2011. En 2014, le volume de la glace de mer est revenu à des conditions près de la normale sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador (+ 0,5 écart-type) et a augmenté dans le Golfe à une valeur la plus élevée depuis 2003 (figure 6). La glace de mer a été exportée du Golfe vers le plateau néo-écossais pour la première fois depuis 2009.

De nombreux indices, provenant de sections océanographiques ou de relevés écosystémiques, sont utilisés pour caractériser la variabilité des volumes et des surfaces d'eau froide, ainsi que les températures au fond dans la région concernée par le PMZA (figure 6). Depuis une trentaine d'années, les corrélations les plus fortes entre les indices d'eau froide sont obtenues pour le sud du Plateau du Labrador, le nord-est du Plateau de Terre-Neuve et le nord des Grands Bancs, suivies par celles observées entre le golfe du Saint-Laurent et le Plateau néo-écossais. Dans le golfe du Saint-Laurent, l'indice de température et le volume de la couche intermédiaire froide ainsi que la superficie du fond du sud du golfe recouvert d'eau froide ont tous reculé vers des conditions près de la normale après les records de chaleur et de minceur de 2012 (depuis 1980). Le volume de la couche intermédiaire froide sur le Plateau néo-écossais (T < 4 °C) était le second plus faible de la série après le niveau record de 2012, un phénomène lié au transport des eaux chaudes provenant du large. Ainsi, un gradient nord-sud a été observé dans les conditions de la couche intermédiaire froide.

Les températures au fond étaient à nouveau près de la normale ou supérieures à la normale dans la zone, atteignant des niveaux record dans le nord du Golfe à des profondeurs de plus de 100 m ainsi que dans la division 4W du Plateau néo-écossais (figure 6). Toutefois cela représente une diminution de température sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador dans les divisions 3LNO et 3K après des niveaux records qui avaient été enregistrés en 2011. Un record de série a été enregistré dans le nord du Golfe dans les eaux plus profondes (de profondeurs supérieures à 100 m ; + 2,0 écart-type) associé à une anomalie chaude observée pour la première dans le détroit de Cabot en 2010 et se propageant vers les têtes des chenaux. Les températures au fond dans le chenal Esquiman étaient à un niveau record en 2014, avec de grandes zones dépassant 6 °C. Des eaux chaudes ont de nouveau été observées à 200-300 m dans le détroit de Cabot en 2014, ce qui indique que la température moyenne des eaux profondes du Golfe devrait continuer à augmenter durant les 2 ou 3 prochaines années.

La figure 7 montre les séries temporelles de trois indices composites construites par la somme d'anomalies normalisées représentant différentes profondeurs des eaux de la zone (figure 6), où chacune des anomalies est empilée l'une sur l'autre. La figure décrit les températures des eaux de surface et de fond, ainsi que des eaux intermédiaires froides et des glaces lesquelles sont toutes

formées en hiver. Ces composites reflètent l'état climatique du système où des valeurs positives représentent des conditions chaudes et inversement des valeurs négatives représentent des conditions froides (moins de glace et d'eaux intermédiaires froides sont traduites par des anomalies positives). La figure montre aussi le degré de cohérence entre les diverses variables et entre les diverses régions au travers de la zone. Les conditions en 2014 étaient au-dessus de la normale pour les températures de surface et de fond, et généralement près de la normale en ce qui concernait la couche intermédiaire froide. Les températures de surface étaient au deuxième rang de la série temporelle, tandis que les températures au fond étaient au troisième rang.

En 2014, les températures moyennes annuelles de 0 à 50 m aux stations d'échantillonnage à haute fréquence étaient supérieures à la normale (+ 0,6 et 1,3 écart-type) à Halifax 2 et Prince 5, et près de la normale aux autres stations (figure 8). Les températures au fond étaient sous la normale à la station 27, près de la normale à la station Vallée de Shédiac où les conditions de la CIF influencent la température au fond, et au-dessus de la normale aux stations Halifax 2, Prince 5 et Rimouski. La température au fond était à un niveau record de séries à la station Rimouski (5,29 °C; + 0,26 °C; + 1.8 écart-type). Les anomalies annuelles 0-50 m de salinité étaient près de la normale à travers la zone. L'indice annuel de stratification 0-50 m était soit près de la normale ou supérieure à la normale à toutes les stations. Sur une grande échelle spatiale, la stratification sur le Plateau néo-écossais s'est affaiblie en 2014 par rapport à 2013 en raison d'une augmentation de la densité de surface à la suite d'une salinité plus élevée, et était à peu près égale à la valeur moyenne de 1981 à 2010. Depuis 1948, il y a eu une augmentation de la stratification moyenne sur le Plateau néo-écossais, ce qui entraîne un changement dans la différence de densité entre 0 et 50 m de 0,31 kg m^{-3} au cours des 50 dernières années, principalement causé par une réduction de la densité de surface (85% de la variation totale de la densité), composée à moitié d'un réchauffement et de l'autre moitié d'une baisse de salinité.

Un total de 43 indices répertoriés dans les figures 6 et 8 décrivent les conditions océaniques liées à la température dans la zone du PMZA (température de la surface de la mer; glace; surfaces, volumes et température minimale de la couche intermédiaire froide en été; température au fond; moyenne de température de 0 à 50 m). Parmi ceux-ci, 4 étaient inférieures à la normale, 15 étaient dans les valeurs normales et 24 étaient supérieures à la normale, indiquant une continuité des conditions océaniques chaudes en 2014.

Indice du transport du courant du Labrador

L'indice de transport du courant du Labrador annuel moyen montre que le transport sur le talus du Labrador et du nord-est de Terre-Neuve n'est généralement pas en phase avec celui sur le talus du Plateau néo-écossais (figure 6). Le transport était plus fort au début des années 1990 et le plus faible dans le milieu des années 2000 sur le talus du Labrador et du nord-est de Terre-Neuve, et inversement sur le talus du Plateau néo-écossais. L'indice de transport du courant du Labrador était positivement et négativement corrélé avec l'indice hivernal de l'ONA sur le talus du Labrador et du nord-est de Terre-Neuve et sur le talus du Plateau néo-écossais, respectivement. Au cours des trois dernières années, le courant du Labrador était près de son transport normal. En 2014, son transport annuel moyen était près de la normale sur le talus du Labrador et du nord-est de Terre-Neuve et inférieure à la normale de 0,6 SD sur le talus du Plateau néo-écossais.

Environnement biogéochimique

Le phytoplancton est constitué de plantes microscopiques qui forment la base du réseau trophique aquatique similairement aux végétaux sur la terre. Il existe des différences de taille considérables selon les espèces. Les espèces les plus grandes font partie du groupe des diatomées, alors que les plus petites incluent principalement les flagellés. Le phytoplancton utilise la lumière pour fabriquer la matière organique à partir de dioxyde de carbone et des sels nutritifs dissous dans l'eau marine. Le taux de

production de cette nouvelle matière organique dépend de la température et de la disponibilité de la lumière et des sels nutritifs. Le phytoplancton représente la principale source alimentaire de la partie animale du plancton, le zooplancton. Dans les eaux du Plateau continental, le nitrate est normalement le sel nutritif qui limite la croissance du phytoplancton dans les circonstances où la lumière est abondante. Dans la plupart des eaux marines, l'abondance des cellules de phytoplancton explose au printemps et à l'été, ce qui constitue la floraison printanière, alors qu'une prolifération moins prononcée a lieu en automne dans certaines régions lorsque la stratification de la colonne d'eau diminue. Les organismes zooplanctoniques qui dominent les océans sont les copépodes. Ils constituent le lien essentiel entre le phytoplancton et les organismes de plus grande taille tels que les poissons. Les larves de copépodes (nauplii) sont la principale proie des jeunes poissons, alors que les stades de copépodes plus âgés (copépodites) composent le menu des plus gros poissons, principalement les juvéniles et adultes d'espèces pélagiques comme le capelan, le lançon et le hareng.

Plusieurs indices environnementaux représentant les teneurs en nitrate, biomasses de phytoplancton, les caractéristiques de la floraison printanière déterminée à partir d'observations par satellites, et de l'abondance du zooplancton du Plateau de Terre-Neuve et Grands Bancs (Pepin *et al.* 2015), golfe du Saint-Laurent et Plateau néo-écossais (Johnson *et al.* 2014) sont présentés sous forme de séries temporelles (1999 à 2014) dans un tableau synoptique dans les figures 9 à 11.

Contrairement aux données océanographiques physiques du PMZA, les séries temporelles des variables biogéochimiques du programme couvrent une période d'une durée relativement courte caractérisée par une plus forte variabilité interannuelle que les patrons à long terme observés pour l'environnement physique. Le changement moyen maximal absolu observé d'une année à l'autre dans l'ensemble des sections et des sites d'échantillonnage à haute fréquence est d'environ 3,5 écart-type pour les sels nutritifs et le phytoplancton, mais 5,5 écart-type pour le zooplancton. La variation interannuelle maximale de l'abondance du zooplancton a augmenté de 3,7 écart-type en 1999-2010 à 5,5 écart-type en 1999-2014, indiquant que des changements plus extrêmes de ce niveau trophique sont observés avec l'allongement de la série temporelle. On observe une tendance commune dans la variation des variables biogéochimiques au sein des régions, ainsi que des signes d'anomalies qui tendent à persister pendant plusieurs années. Cependant, une variabilité considérable a aussi été observée dans certains cas dans les différents secteurs d'une même région.

Les inventaires des sels nutritifs sous la couche de surface (50-150 m) varient considérable entre les régions. Le déclin des inventaires des sels nutritifs sous la couche de surface commencé en 2008 dans la région de Terre-Neuve s'est poursuivi en 2014, les concentrations observées atteignant 2,5 écart-type sous la normale de 1999-2010 (figure 9). Par contre, les inventaires des sels nutritifs sous la couche de surface dans le golfe du Saint-Laurent ont augmenté depuis 2010, atteignant en moyenne 0,95 écart-type au-dessus de la normale en 2014 malgré une forte variabilité interannuelle à certains sites. Les conditions en sels nutritifs sur le Plateau néo-écossais ont démontrés beaucoup de variabilité d'un secteur à l'autre avec des valeurs extrêmes observées dans la partie est de la région et des valeurs proches de la normale que les parties centrales et ouest de la région.

Les concentrations en chlorophylle *a* (de 0 à 100 m; figure 9), un indice commun de la biomasse phytoplanctonique, démontrent un fort degré de variabilité d'une année à l'autre avec des valeurs exceptionnelles au-dessus et sous la moyenne à long terme. On observe une cohérence limitée de la variabilité de la chlorophylle à l'échelle de la zone atlantique jusqu'à tout récemment. En effet, les concentrations de chlorophylle étaient près de la moyenne à long terme dans la plus grande partie de la zone Atlantique en 2014, à environ ± ⅔ écart-type de la moyenne 1999-2010, même si l'abondance globale était nettement sous la normale pour l'ensemble du Plateau de Terre-Neuve depuis 2010 avec des variations interannuelles considérables observées récemment sur les Grands Bancs. Étant donné que le phytoplancton dépend de la disponibilité des sels nutritifs, il est tentant de vouloir lier les tendances de variation de ces deux variables, mais le résultat d'une telle comparaison dans la totalité

de la zone atlantique indique qu'il n'y a pas de lien significatif entre les concentrations en nitrates et de phytoplanctons à l'échelle annuelle. Ce résultat n'indique pas que les variations observées à l'échelle locale dans le cycle de production saisonnier du phytoplancton sur le Plateau terre-neuvien ne sont pas liées à la disponibilité des sels nutritifs, mais plutôt que de nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer la dynamique sels-nutritifs-phytoplancton. L'importance relative de ces facteurs est susceptible de varier à une échelle spatiale très vaste (du golfe du Maine au sud du Labrador) qui comprend des environnements estuariens et océaniques.

Les caractéristiques de la floraison printanière (c.-à-d. début de la floraison, abondance intégrée de phytoplancton et la durée de la floraison) ont été dérivées d'observations composites hebdomadaires de la concentration de la chlorophylle à la surface de l'océan basée sur des observations satellites (Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor [SeaWiFS] 1998-2008; Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer [MODIS] 2009-present) (figure 10). Les conditions en 2014 démontrent un changement général vers un délai dans le début de la floraison en réponse à un hiver froid, excepté dans la région Sud-Est des Grands Bancs et dans certains secteurs de la région s'étendant du centre du Plateau néo-Écossais jusqu'au Banc de Georges. En général, l'abondance intégrée de la floraison printanière était sous ou considérablement sous la normale, excepté dans la région Sud-Est des Grands Bancs.

Les indices d'abondance du zooplancton avaient tendance à démontrer une cohérence temporelle plus élevée au sein des régions par rapport à la biomasse de la chlorophylle. Les populations de mésozooplancton échantillonnées dans le cadre du PMZA (d'une taille variant de 0,2 à 20 mm) dans une région donnée présentaient potentiellement un degré élevé de connexion aux zones adjacentes, ces organismes étant fortement influencés par les effets des courants océaniques. En 2014, les indices d'abondance du zooplancton ont démontré une forte cohérence à grande échelle spatiale (figure 11). L'abondance des copépodes a généralement augmenté dans une grande partie de la zone par rapport aux niveaux observés en 2013, à l'exception du Plateau de Terre-Neuve nord-est (zones de l'OPANO 2J3K) où une baisse marquée a été observée. L'abondance de *Calanus finmarchicus*, une espèce clé dans la plupart des écosystèmes de l'Atlantique Nord et une proie importante pour de nombreuses espèces de poissons planctophages, était sous ou bien en dessous de la normale dans une grande partie de la zone de l'Atlantique sauf au centre du Plateau néo-écossais (ligne Halifax). L'abondance de *C. finmarchicus* a été inférieure à la normale au cours des cinq dernières années sur le Plateau néo-écossais et dans le golfe du Saint-Laurent alors que l'abondance a diminué plus ou moins régulièrement le Plateau terre-neuvien et les Grands Bancs au cours de la même période. L'abondance de cette espèce a atteint les niveaux les plus bas jamais observés dans certains secteurs du golfe du Saint-Laurent et de l'Est du Plateau néo-écossais (détroit de Cabot et Louisbourg), alors que son abondance n'était généralement que légèrement inférieure à la normale sur l'ensemble du Plateau de Terre-Neuve-et-Labrador. L'abondance de *Pseudocalanus* spp., autre proie importante pour de nombreuses espèces de jeunes poissons, a augmenté en 2014 dans une grande partie du golfe du Saint-Laurent et du plateau terre-neuvien alors qu' une baisse a été observée sur le Plateau néo-écossais et au large du Labrador.

Le zooplancton autre que les copépodes, ou non-copépodes, se compose principalement de stades larvaires d'invertébrés benthiques ainsi qu'un grand nombre de carnivores qui se nourrissent d'autres types de zooplancton. En 2014, l'abondance de ce groupe a augmenté considérablement sur les Grands Bancs, dans le golfe du Saint-Laurent et dans le détroit de Cabot. Différents groupes taxonomiques ont contribué à l'augmentation de l'abondance des non-copépodes. Les non-copépodes ont montré une tendance générale vers une plus grande abondance dans ces parties de la zone atlantique au cours des cinq dernières années alors que leur abondance a peu varié sur le Plateau néo-écossais au cours de la même période.

Les tendances des variations de l'abondance des copépodes et des non-copépodes démontrent une association statistiquement significative représentant environ 25 % (r=0.49) de la variation totale. Jusqu'en 2011, les tendances relatives de variation de ces deux groupes ont suivi une progression régionale des anomalies ayant pour origine des secteurs les plus au nord de la zone Atlantique, soit la section de l'île Seal au Labrador (voir l'anomalie négative dans le coin supérieur droit de la figure 11), en passant par Terre-Neuve et jusqu'au nord du golfe du Saint-Laurent; par la suite, les anomalies semblent avoir progressé au sud du golfe et vers le Plateau néo-écossais (figure 12). Bien que la tendance générale varie considérablement, les anomalies normales ou positives ont persisté dans la plupart des secteurs de Terre-Neuve et du golfe du Saint-Laurent après qu'on y ait observé des abondances sous la normale de 1999 à 2001 et de 1999 à 2004 respectivement. Les conditions sur le Plateau néo-écossais diffèrent de celles liées au Plateau de Terre-Neuve. En effet, de 1999 à 2001, le Plateau néo-écossais a montré des abondances élevées de zooplancton qui étaient par la suite en dessous de la moyenne 1999-2010 jusqu'en 2013, année durant laquelle l'abondance du zooplancton semblait être près de la normale.

Environnement de la mer du Labrador

Le Programme de monitorage hors du plateau de la zone atlantique (PMZAO) fournit des observations de la variabilité du climat océanique et le plancton affectant le climat et les écosystèmes de l'Atlantique canadien et le système climatique mondial. Dans la mer du Labrador, les pertes de chaleur en hiver sont un processus clé dans la formation des eaux denses, qui conduisent la circulation mondiale océan. Au cours de l'hiver 2013-14, les mi-hautes latitudes de l'Atlantique Nord ont connu la perte de chaleur la plus forte depuis 1979, surtout forcée par de forts vents du nord. Cette perte de chaleur de l'océan à l'atmosphère lors de l'hiver 2013-14 conduit à la formation du plus important volume d'eau de la mer du Labrador (LSW) depuis 2007-2008. La profondeur couche de mélange hivernale en 2013-14 a dépassé 1 700 m décrivant un réservoir rempli de LSW nouvellement ventilé, froid et assez frais, qui est riche en dioxyde de carbone et d'autres gaz dissous. Cette nouvelle LSW est évident sur la figure 13, où elle est associée à une couche à basse température (<3,4 °C) et salinité (<34,86) entre 1000 et 1500 m. D'une manière similaire à la dernière rénovation importante de LSW (hiver 2007-08), le mélange profond et intense de l'hiver 2013-14 a interrompu la tendance générale au réchauffement qui a persisté dans les eaux intermédiaires de la mer du Labrador depuis le milieu des années 1990. L'analyse préliminaire des mesures provenant de croisière de recherche effectuées au nord de Cap flamand en juin 2014 indique que la nouvelle LSW se propage déjà dans l'Atlantique Nord subpolaire s'éloignant de sa source suivante voies limitrophes et intérieures de l'Ouest de l'océan.

Deux événements de rafraîchissement de surface notable ont été observés en 2008-10 et 2011-14 qui se sont propagés à travers la mer du Labrador (figure 13) avec les plus grandes anomalies de salinité près de la surface observées sur la pente du Labrador. Dans la période précédente, le rafraîchissement des couches supérieures sur le côté du Groenland de la mer du Labrador a plus ou moins coïncidé avec le rafraîchissement sur le côté du Labrador, tandis que dans la dernière période le rafraîchissement dans la mer du Labrador Ouest était décalé du changement du côté du Groenland par près d'un an. De plus, un retard d'environ un an a été observé dans la diffusion de ce rafraîchissement de part et d'autre de l'intérieur la mer du Labrador. Pendant la période de convection cette anomalie fraiche a été mélangée dans les couches intermédiaires de la mer du Labrador et a contribué à façonner le millésime LSW observé en 2013-14.

Les propriétés océaniques et atmosphériques physiques extrêmes de l'hiver 2013-14 ont également eu des répercussions profondes sur les propriétés biologiques de la mer du Labrador qui peuvent être facilement suivies au moins jusqu'au milieu de l'été. Une climatologie bimensuelle de chlorophylle a construit à partir d'une série temporelle de couleur de l'océan par télédétection 2003-14 indique que la floraison printanière annuelle de phytoplancton commence et se termine plus tôt sur le plateau continental du Labrador et du Groenland (mi-avril à début juin) par rapport à la partie centrale du bassin

de la mer du Labrador (début mai à fin juin). Cependant, en 2014 l'initiation de la floraison printanière était 2-3 semaines en retard, débutant durant la première semaine de mai sur le plateau du Groenland et à la fin mai sur le plateau continental du Labrador. Il est également intéressant de noter l'observation d'une forte floraison sur le plateau continental du Labrador en octobre avec une concentration de chlorophylle de plus de 2 mg m^{-3}. Les anomalies normalisées annuelles moyennes pour 2014 étaient inférieures à la normale dans la région de la mer du Labrador (figure 14).

Calanus finmarchicus domine la biomasse de mésozooplancton dans toute la région centrale de la mer du Labrador, tandis que sur les plateaux continentaux l'abondance de *C. finmarchicus* démontre des variations régionales qui sont généralement stables d'année en année et qui sont liés aux différences régionales du cycle de vie et des conditions environnementales. La convection intense et profonde en 2014 dans la mer du Labrador semble avoir retardé les conditions printanières conduisant à une faible abondance de *C. finmarchicus* (figure 14). Sur le plateau du Labrador, l'abondance de *C. finmarchicus* est généralement faible au printemps, comme ce fut le cas en 2014 avec des conditions près de la normale. Il n'y avait aucune tendance significative en abondance printanière de *C. finmarchicus* entre 1996 et 2014 sur le plateau continental du Labrador, dans le bassin du Labrador ou du plateau du Groenland. Dans la mer du Labrador, l'abondance de *C. finmarchicus* totale était relativement faible au printemps et en été, avec une faible proportion de jeunes stades. L'abondance de *C. finmarchicus* au printemps est généralement plus élevée dans l'est de la mer du Labrador que dans l'ouest, parce que la floraison printanière commence plus tôt ici, ce qui conduit à une reproduction plus tôt dans *C. finmarchicus*. L'indice de développement de la population (PDI) représente la proportion de stage copépodite C1 à C3 sur l'ensemble de la population exprimée en pourcentage et donne une indication de l'amplitude de la production récente de jeunes stages dans la région. Dans les trois régions de la mer du Labrador, les indices en 2014 étaient parmi les plus bas observés entre 1995 et 2014.

En résumé, la grave perte de chaleur en hiver de 2013-14 a été remarquable en ampleur et en impact à la fois dans la mer du Labrador et à travers les mi-hautes latitudes de l'Atlantique Nord. En outre, nous pouvons mesurer l'impact de ces propriétés sur les conditions biologiques de la mer du Labrador, jusqu'au niveau trophique inférieur. La réponse biologique en 2014 était similaire à celle observée lors de l'événement de convection profonde précédente en 2008.

Sources d'incertitude

Dans l'Atlantique Nord-Ouest, les patrons spatiaux et saisonniers des variables océanographiques physiques, chimiques et biologiques surveillées dans le cadre du PMZA sont demeurés relativement constants depuis le lancement du programme. Bien qu'il y ait des variations saisonnières relatives à la répartition des masses d'eau, des plantes et des animaux, ces variations affichent des patrons généralement prévisibles. Toutefois, il existe une incertitude considérable à l'égard des estimations de l'abondance générale du phytoplancton et du zooplancton. Cette incertitude est causée en partie par le cycle de vie des animaux, leur répartition éparse dans un espace donné et la portée limitée du programme de surveillance au sein de la région concernée.

Les variables océanographiques physiques (température, salinité) et chimiques (sels nutritifs, oxygène dissous) sont échantillonnées de façon adéquate puisqu'elles présentent des propriétés plutôt conservatrices qui sont peu susceptibles de montrer des changements précipités sur le plan spatial ou temporel. De plus, la mesure de ces variables est effectuée selon un bon degré de précision. La seule exception s'applique aux eaux superficielles, où les changements rapides survenant dans l'abondance du phytoplancton peuvent causer rapidement l'appauvrissement des sels nutritifs, surtout lors de la prolifération printanière.

La plus grande source d'incertitude découle de nos estimations relatives à l'abondance du phytoplancton en raison des difficultés liées à la description des variations de la date, de l'ampleur et de la durée de la prolifération printanière du phytoplancton d'une année à l'autre. Selon des échelles

temporelles s'étendant de quelques jours à plusieurs semaines, l'abondance du phytoplancton peut changer rapidement. Puisque notre échantillonnage est limité dans son intervalle, est parfois interrompu en raison des intempéries atmosphériques, ou limité par la non-disponibilité des navires, ce qui se produit souvent au cours de l'échantillonnage à nos stations fixes en hiver, il est possible que le phytoplancton et d'autres variables importantes ne soient pas échantillonnés de façon adéquate. De plus, les variations relatives à la date de la floraison printanière du phytoplancton dans l'ensemble de la zone en relation avec les dates des relevés océanographiques effectués au printemps peuvent limiter notre capacité à déterminer, d'une année à l'autre, les variations liées à l'abondance maximale du phytoplancton. En revanche, nous sommes davantage en mesure de décrire, d'une année à l'autre, les variations relatives à l'abondance des espèces dominantes de zooplancton puisque leur cycle saisonnier se déroule selon des échelles temporelles s'étendant de quelques semaines à plusieurs mois en raison de la longue durée de génération relative au phytoplancton. Cependant, la répartition spatiale du zooplancton varie davantage. Bien que l'on arrive à évaluer correctement les variations interannuelles de l'abondance des groupes dominants tels les copépodes, on ne peut actuellement estimer avec confiance les variations de l'abondance d'espèces rares, éparses ou éphémères.

Dans plusieurs secteurs, l'occupation des lieux d'échantillonnage à haute fréquence est particulièrement limitée durant l'hiver et au début du printemps, c'est pourquoi il nous arrive de ne pas être témoins d'événements majeurs au cours du cycle saisonnier (p. ex., le début de la prolifération printanière du phytoplancton). De plus, les réductions dans le calendrier de sortie des navires dans les régions ont également réduit le nombre d'observations complètes à certains sites.

CONCLUSIONS

Bien que les conditions océanographiques se soient réchauffées avant la mise en œuvre du PMZA, les températures de l'eau augmentent davantage depuis quelques années. Les températures de surface qui ont atteint des valeurs record dans toute la zone à l'été 2012, restaient généralement supérieures à la normale en 2014 avec des records valeurs août dans 7 des 12 régions à travers la zone et établissant un nouveau record mai-à-novembre dans l'estuaire du Saint-Laurent. Avant 2014, la couverture de glace avait été inférieure à la normale pendant quatre hivers consécutifs et les conditions de la CIF avaient été uniformément chaudes à travers la zone; Mais l'hiver froid de 2014 à pousser les conditions de la CIF à un niveau plus froid que la normale à normale sur le plateau de Terre-Neuve-et-Labrador ainsi que dans le golfe du Saint-Laurent en 2014. Le volume de la CIF ($T < 4$ °C) sur le Plateau néo-écossais était relativement petit (correspondant à des conditions chaudes) avec la deuxième valeur la plus faible de la série temporelle après le niveau record de 2012. Cette valeur chaude était associée au transport d'eaux chaudes et salées en provenance du large des côtes. Un gradient nord-sud des conditions de CIF a donc été observé. Les températures au fond étaient normales à supérieures à la normale dans toute la zone avec des niveaux records enregistrés dans la division 4W du Plateau néo-écossais (également associé au transport d'eaux chaudes et salées en provenance du large des côtes), ainsi que dans les eaux profondes du Nord du golfe du Saint-Laurent associé à une anomalie chaude observée pour la première dans le détroit de Cabot en 2010 et qui se propage vers la tête des chenaux.

Les variations des variables biogéochimiques semblent dominées par les fluctuations à court terme, parce que l'échantillonnage a été lancé seulement en 1999. L'état actuel de l'environnement biogéochimique semble démontrer une certaine structuration spatiale, avec des stocks de sels nutritifs étant proche de la normale sur le plateau néo-écossais, généralement supérieures à la normale dans le golfe du Saint-Laurent et bien en dessous de la normale dans la plupart du plateau terre-neuvien. L'abondance du phytoplancton était proche de la normale dans une grande partie de la zone, bien que les conditions dans les zones du plateau de Terre-Neuve-et-Labrador étaient inférieures à la moyenne. L'abondance des différents groupes de zooplancton a également démontré une forte structure spatiale dans les patrons de variation. L'abondance du gros copépode *Calanus finmarchicus* est normale ou en

dessous de la normale dans la majorité de la zone de l'Atlantique tandis que l'abondance du petit copépode *Pseudocalanus* spp. et des taxons non-copépode sont supérieures à la normale sur le plateau Terre-Neuve et dans le golfe du Saint-Laurent.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la Dix-septième réunion annuelle du Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA) tenue du 16 au 19 mars 2015. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Colbourne, E., Holden, J., Craig, J., Senciall, D., Bailey, W., Stead, P., and Fitzpatrick, C. 2014. Physical oceanographic conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/094. v + 38 p.

Galbraith, P.S., Chassé, J., Gilbert, D., Larouche, P., Caverhill, C., Lefaivre, D., Brickman, D., Pettigrew, B., Devine, L., and Lafleur, C. 2014. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/062. vi + 84 p.

Hebert, D., Pettipas, R., Brickman, D., and Dever, M. 2014. Meteorological, Sea Ice and Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/070. v + 40 p.

Johnson, C., Li, W., Head, E., Casault, B., and Spry, J. 2014. Optical, chemical, and biological oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the eastern Gulf of Maine in 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/104. v + 49 p.

Pepin, P., Maillet, G., Fraser, S., Shears, T. and Redmond G. 2015. Optical, chemical, and biological oceanographic conditions on the Newfoundland and Labrador Shelf during 2013. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/027. v + 37p.

Plourde, S. Starr, M., Devine, L., St-Pierre, J.-F., St-Amand, L., Joly, P., and Galbraith, P. S. 2014. Chemical and biological oceanographic conditions in the Estuary and Gulf of St. Lawrence during 2011 and 2012. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/049. v + 46 p.

Therriault, J.-C., Petrie, B., Pepin, P., Gagnon, J., Gregory, D., Helbig, J., Herman, A., Lefaivre, D., Mitchell, M., Pelchat, B., Runge J. and D. Sameoto. 1998. Proposal for a northwest Atlantic zonal monitoring program. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 194: vii + 57 p.

ANNEXE I - FIGURES

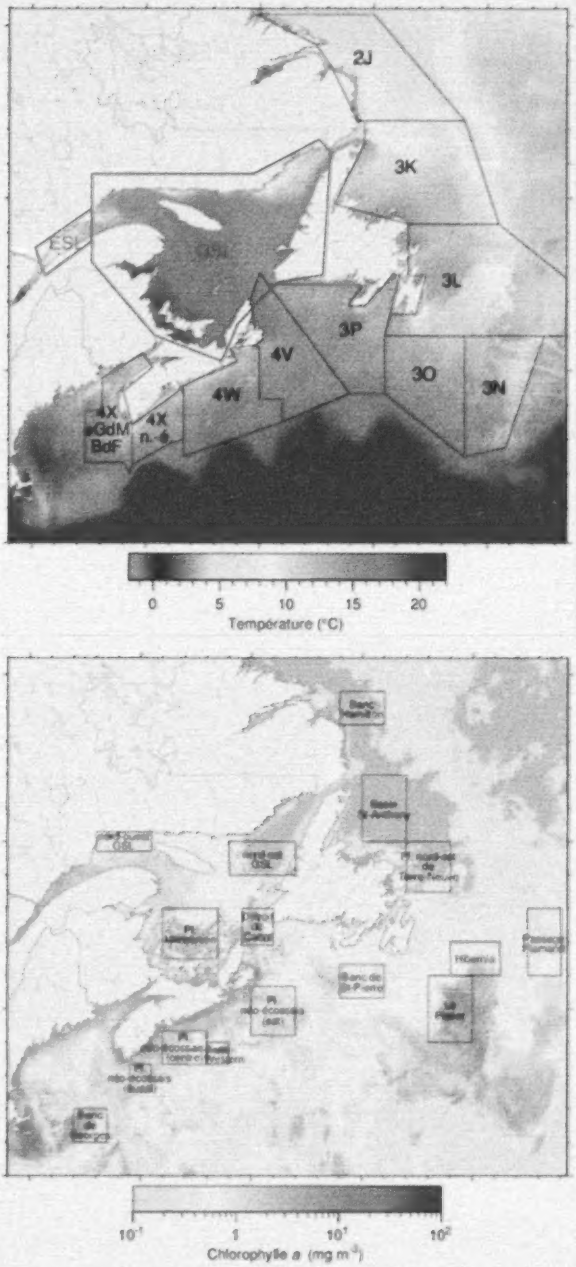

Figure 2. Régions utilisées pour les moyennes de température (haut) et de couleur de l'eau (bas). Les Divisions l'OPANO ont été coupées au talus continental. Les anonymes GSL et ESL sont le golfe Saint-Laurent et l'estuaire du Saint-Laurent respectivement. Le champ de température est celui de juillet 2014 tandis que la concentration de chlorophylle a est pour la première demie d'avril 2014, rapellant que ceratines parties de la zone sont encore couverte de glace tandis que la floraison se déroule ailleurs.

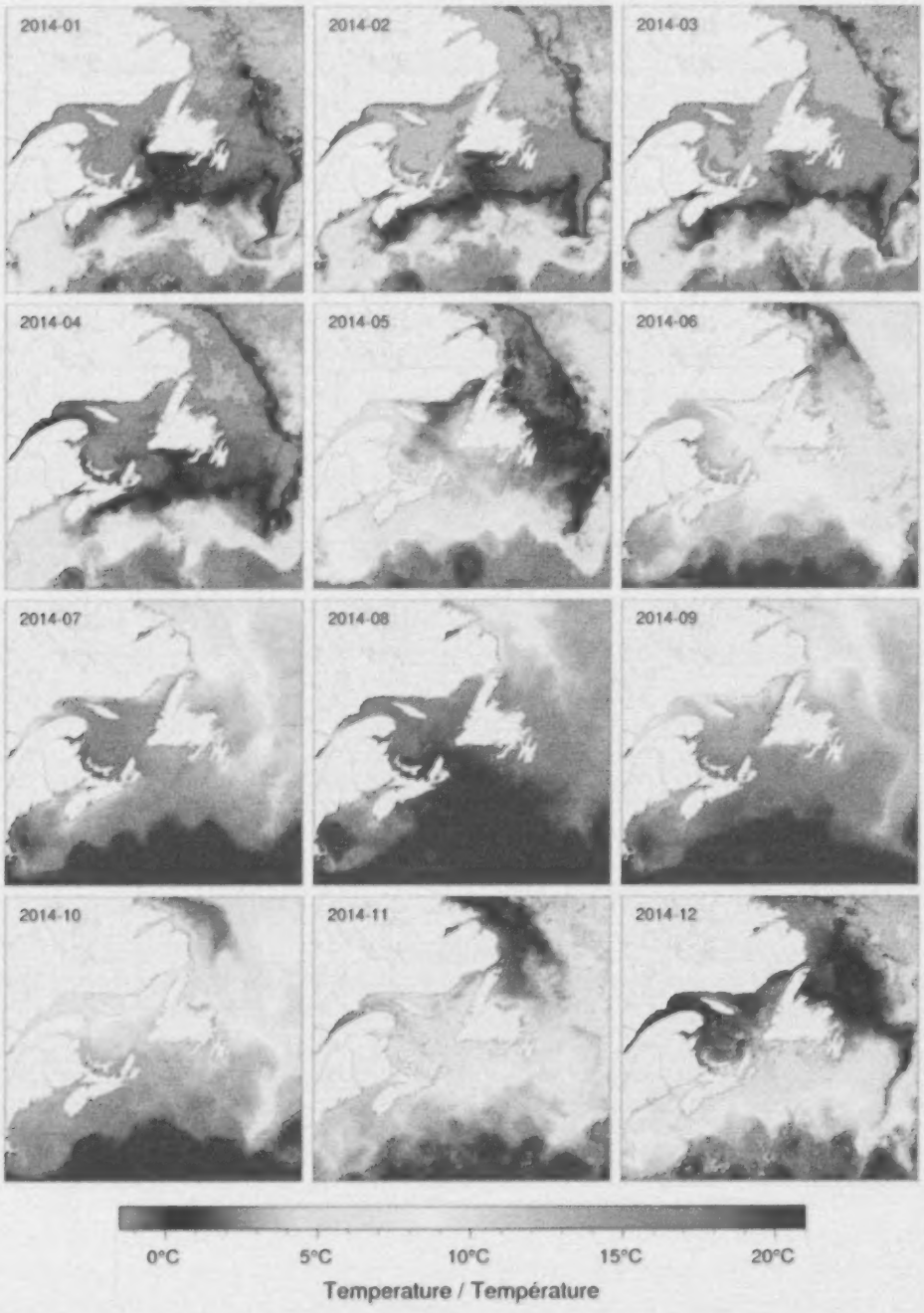

Figure 3. Température de la surface de la mer moyennée par mois de 2014 dans la zone atlantique.

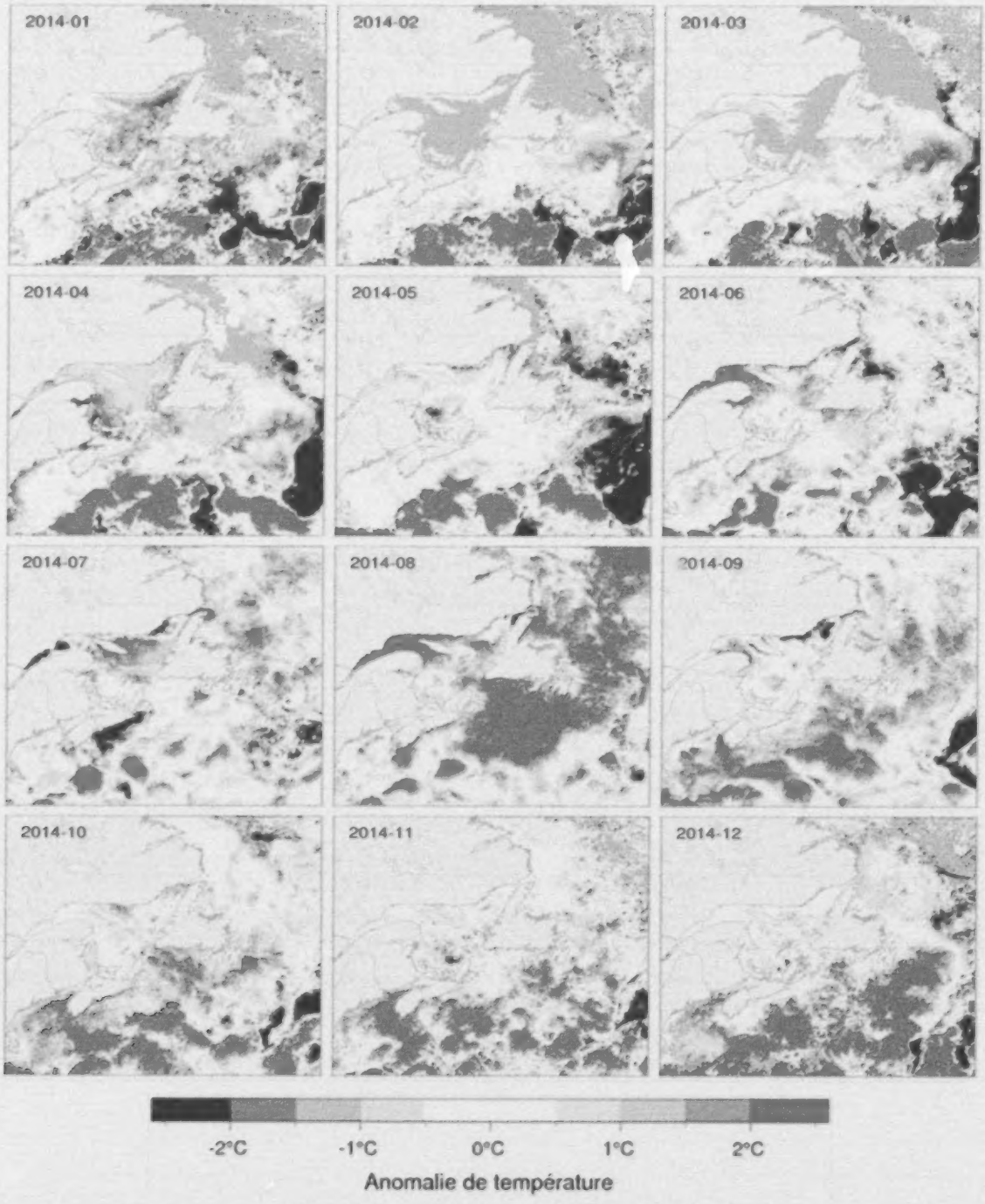

Figure 4. Anomalies mensuelles de température de la surface de la mer en 2014 dans la zone atlantique. Les anomalies de température sont basées sur une climatologie de 1999-2010.

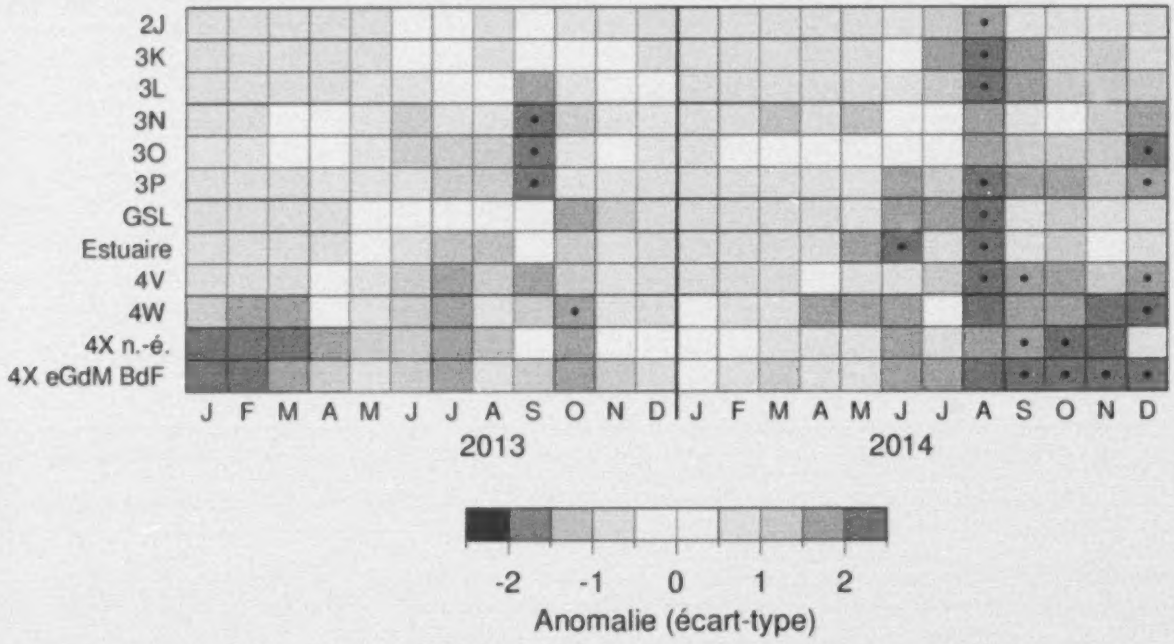

Figure 5. Anomalies mensuelles de température de la surface de la mer en 2013-14 moyennées sur les 12 régions identifiées à la figure 2. Les régions et mois pour lesquels la température moyenne était à un niveau record sont identifiés par une étoile. Les cellules grises indiquent que les données ne sont pas disponibles durant certains mois.

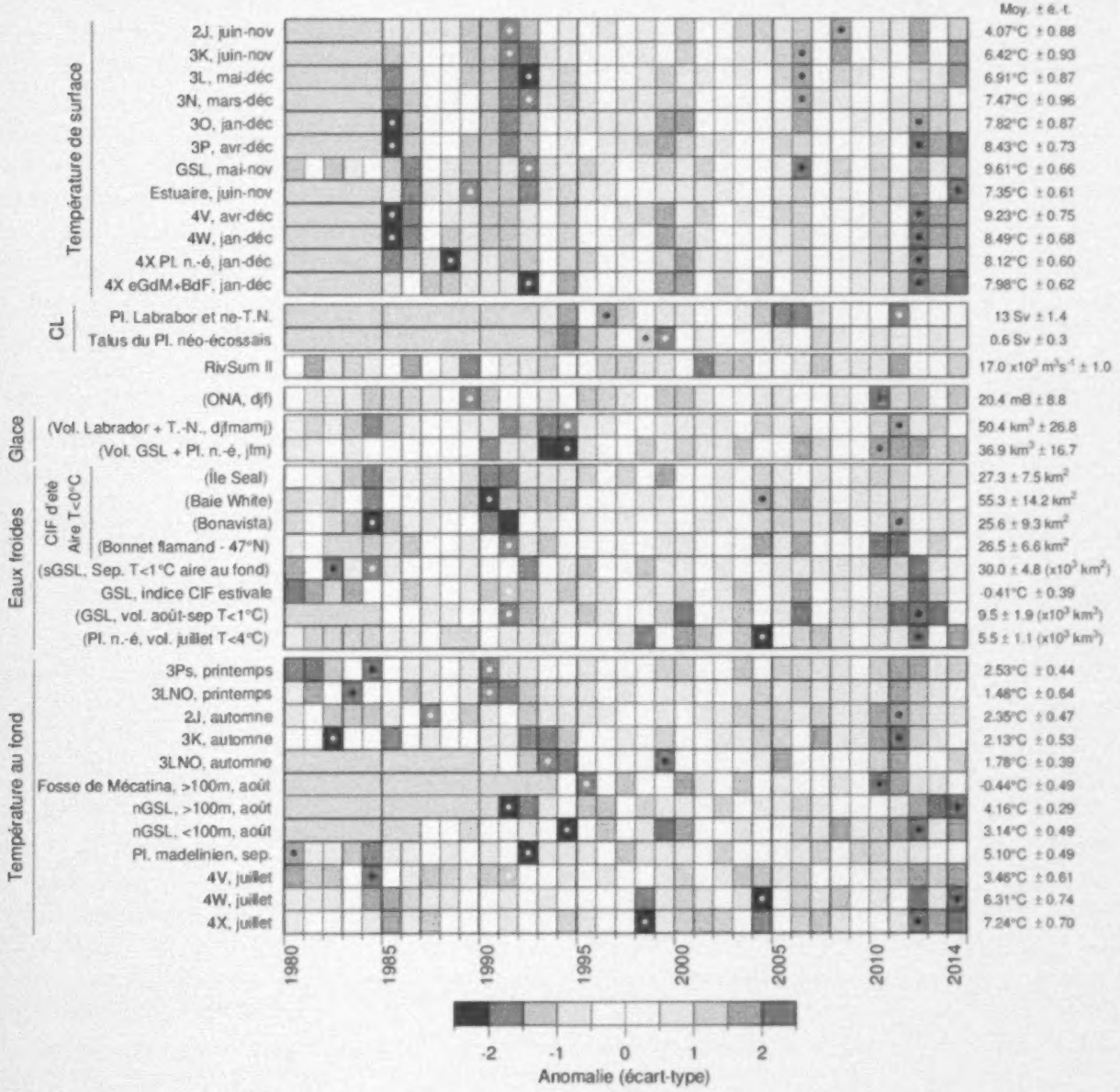

Figure 6. Séries temporelles (de 1980 à 2014) des variables océanographiques. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre 0,5 écart-type de la moyenne à long terme calculé, lorsque possible, sur les données de 1981 à 2010. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, les cellules bleues plus basses que la normale. Les variables dont les noms apparaissent entre parenthèses ont un code de couleur inversé, où le rouge signifie une valeur basse qui correspond à des conditions chaudes. Les teintes plus fortes correspondent aux plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles lorsqu'ils surviennent durant la période affichée. Les moyennes et écarts-types sont présentés à droite de la figure. Les températures de surface pour le golfe Saint-Laurent de 1980 à 1984 sont estimées à partir de la température de l'air. RivSumII est le débit d'eau douce combinée s'écoulant dans l'estuaire du Saint-Laurent. (Transport du courant du labrador [CL], oscillation nord-atlantique [ONA], golfe du Saint-Laurent [GSL], Plateau néo-écossais [Pl. n.-é.], sud du golfe du Saint-Laurent [sGSL], nord du golfe du Saint-Laurent [nGSL], couche intermédiaire froide [CIF]).

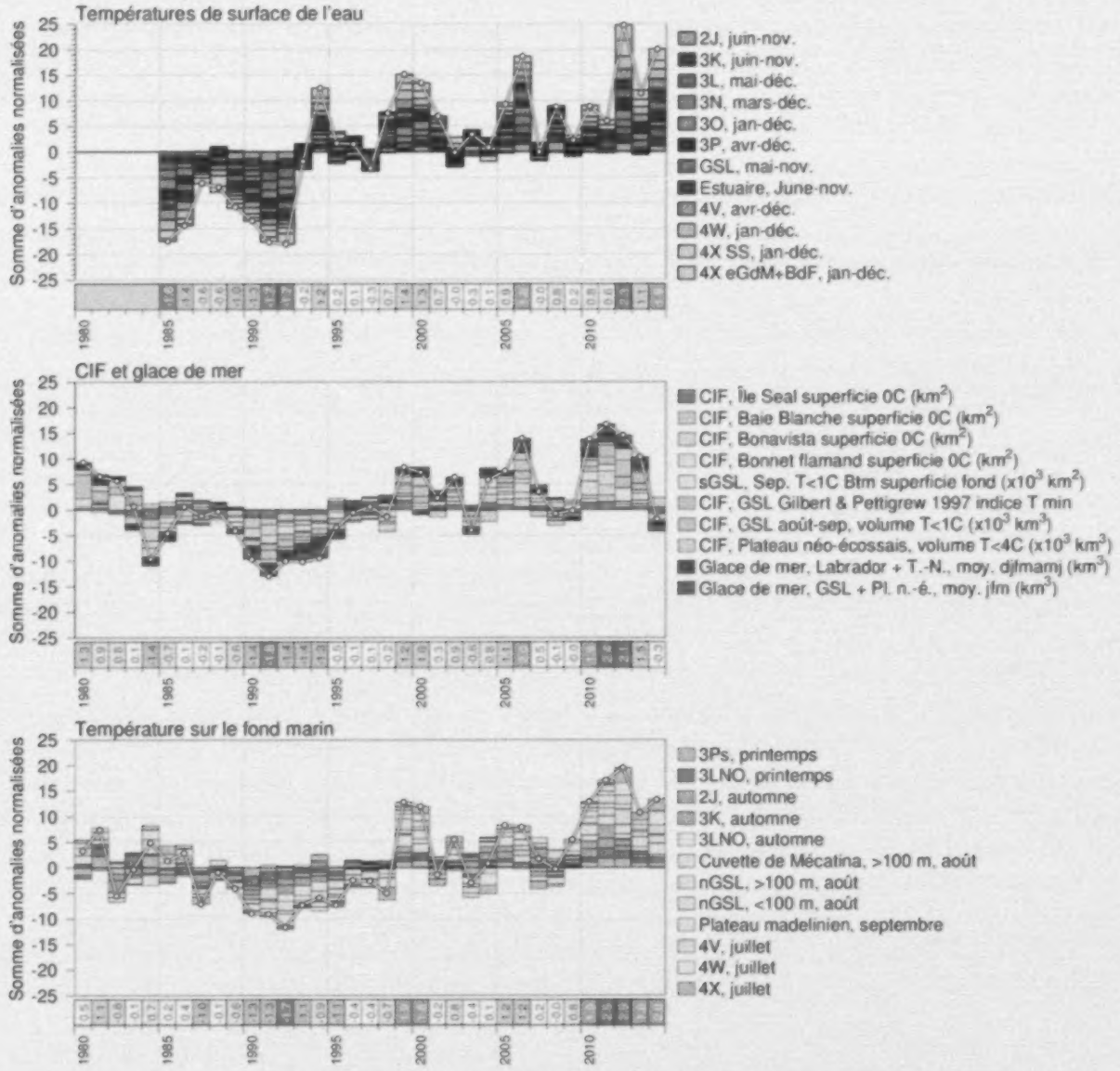

Figure 7. Indices climatiques composites (lignes blanches et symboles blancs) calculés par la somme d'anomalies normalisées provenant de différentes parties de l'environnement (boîtes empilées au-dessus de l'abscisse sont des anomalies positives tandis que celles sous l'abscisse sont négatives). Le panneau du haut somme des anomalies de température de surface de l'eau, celui du milieu somme des anomalies de couches intermédiaires froides et de glace de mer (des anomalies positives représentent ici des conditions chaudes), et le panneau du bas somme des anomalies de température sur le fond.

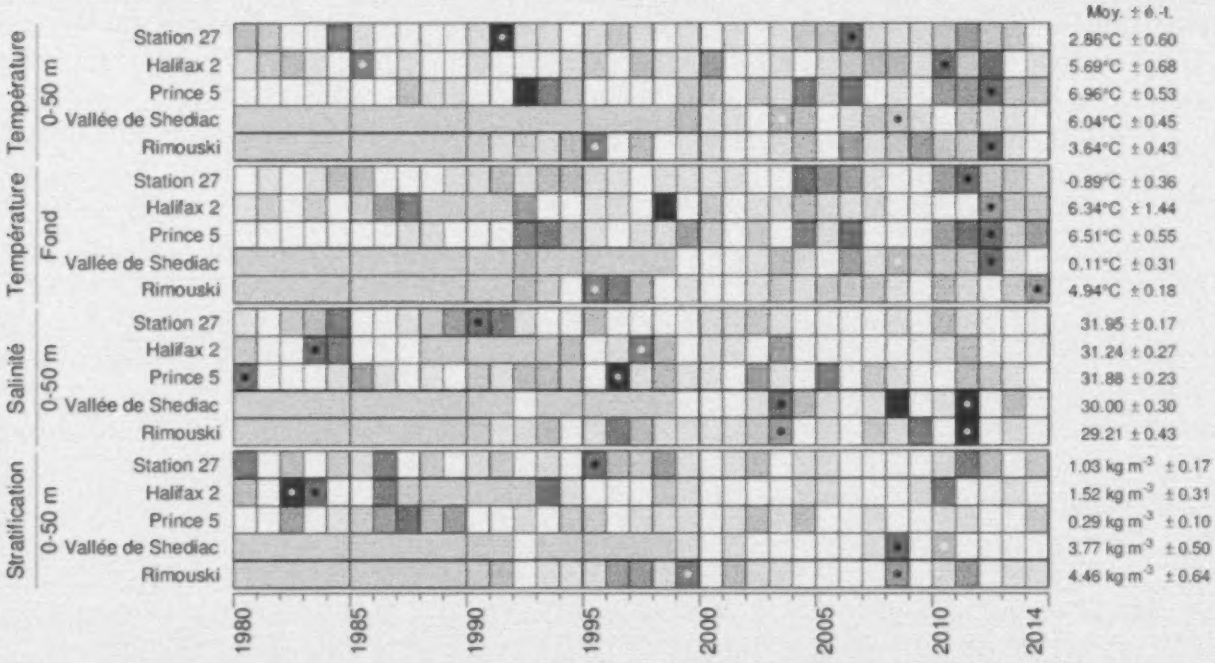

Figure 8. Séries temporelles (de 1980 à 2014) des variables océanographiques aux stations à haute fréquence d'échantillonnage du PMZA. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre 0,5 écart-type de la moyenne à long terme calculé, lorsque possible, sur les données de 1981 à 2010. Pour la température moyenne sur la profondeur aux stations fixes, les cellules rouges indiquent des conditions plus chaudes que la normale, les cellules bleues plus froides que la normale. Les teintes plus fortes correspondent aux plus grandes anomalies. Pour la salinité et la stratification le rouge correspond aux conditions au-dessus de la normale. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles lorsqu'ils surviennent durant la période affichée. Les moyennes et écart-type climatologiques sont présentés à droite de la figure. La palette est telle qu'aux figures 5 et 6.

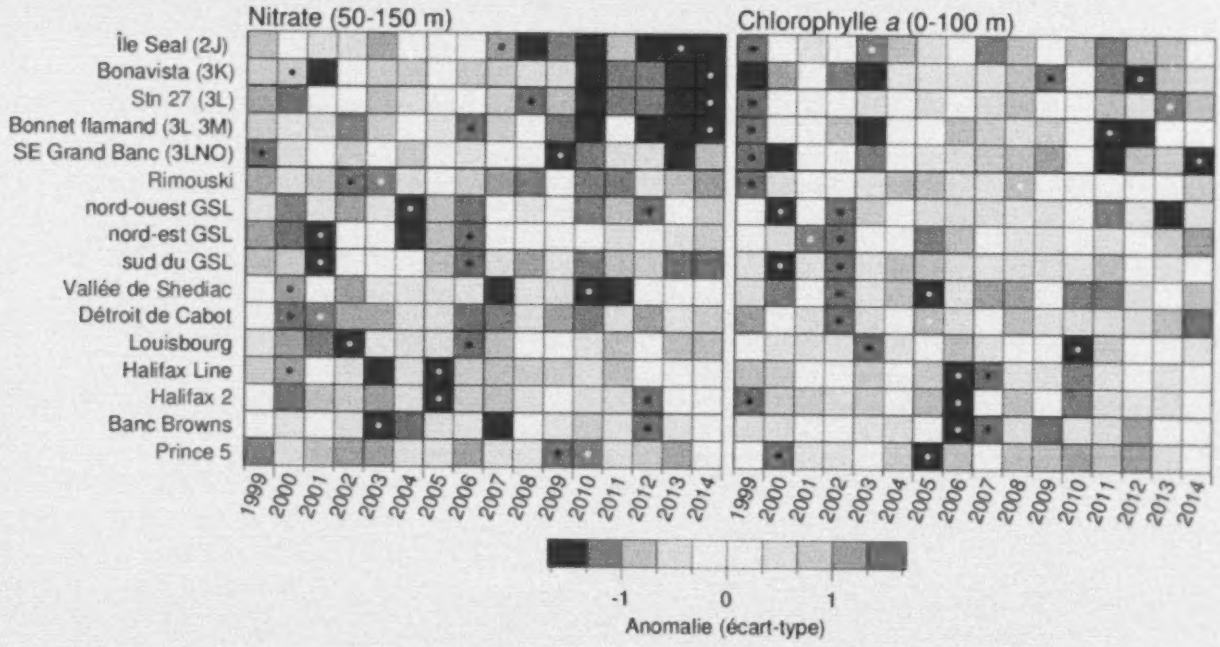

Figure 9. Séries temporelles (de 1999 à 2014) des inventaires de nitrates dans la couche profonde (50-150 m) et de l'abondance du phytoplancton (exprimé par la concentration moyenne de chlorophylle a entre 0 et 100 m) aux transects (identifiés en noir) et stations à haute fréquence (identifiées en bleu) du PMZA. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre ½ écart-type de la moyenne à long terme calculée sur les données de 1999 à 2010. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, les cellules bleues sous la normale. Les teintes plus fortes correspondent à de plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles ; notez le changement de la palette de couleur.

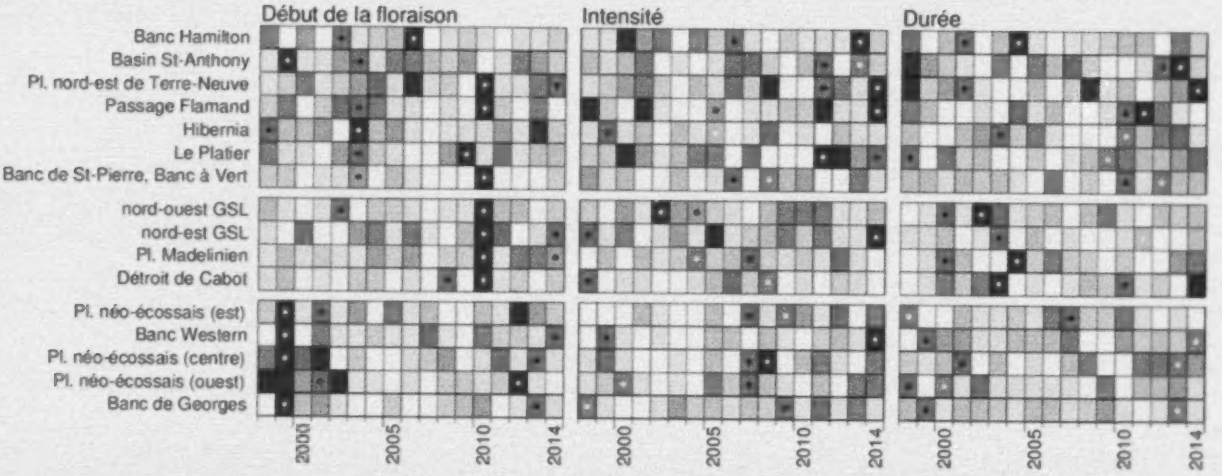

Figure 10. Séries temporelles (de 1998 à 2014) d'anomalies de paramètres de la floraison phytoplanctonique (début, intensité et durée). Données de SeaWIFS pour la période 1998-2008 et MODIS par la suite. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles. Vois la figure 2 pour les définitions des régions. La palette est telle qu'à la figure 9.

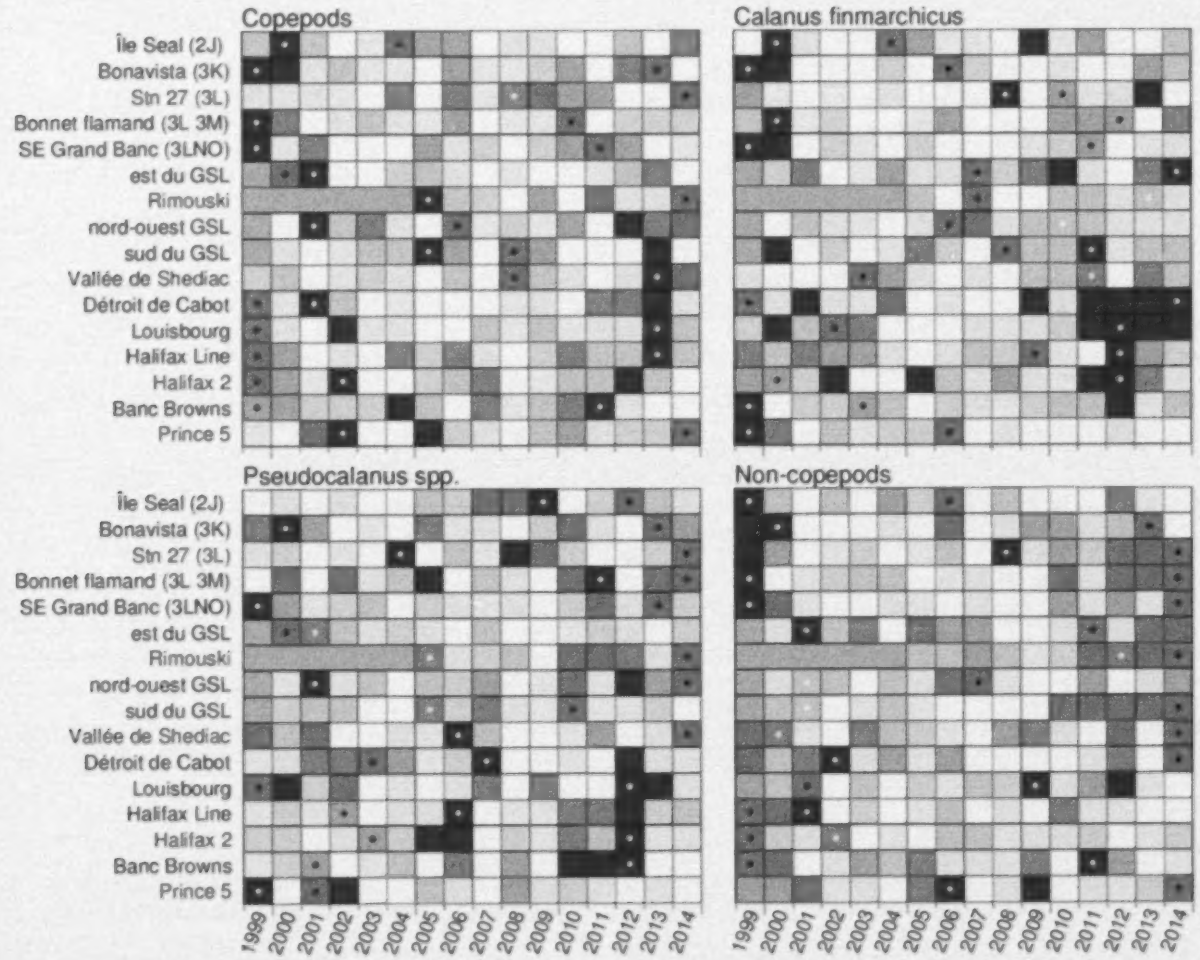

Figure 11. Séries temporelles (de 1999 à 2014) des copépodes, Calanus finmarchicus, Pseudocalanus spp. et des zooplanctons autres que les copépodes. Une cellule grise indique une donnée manquante, une cellule blanche une valeur entre ⅓ écart-type de la moyenne à long terme calculée sur les données de 1999 à 2010. Les cellules rouges indiquent des conditions plus élevées que la normale, les cellules bleues sous la normale. Les teintes plus fortes correspondent à de plus grandes anomalies. Les minimums et maximums des séries temporelles sont indiqués par des étoiles. La palette est telle qu'à la figure 9.

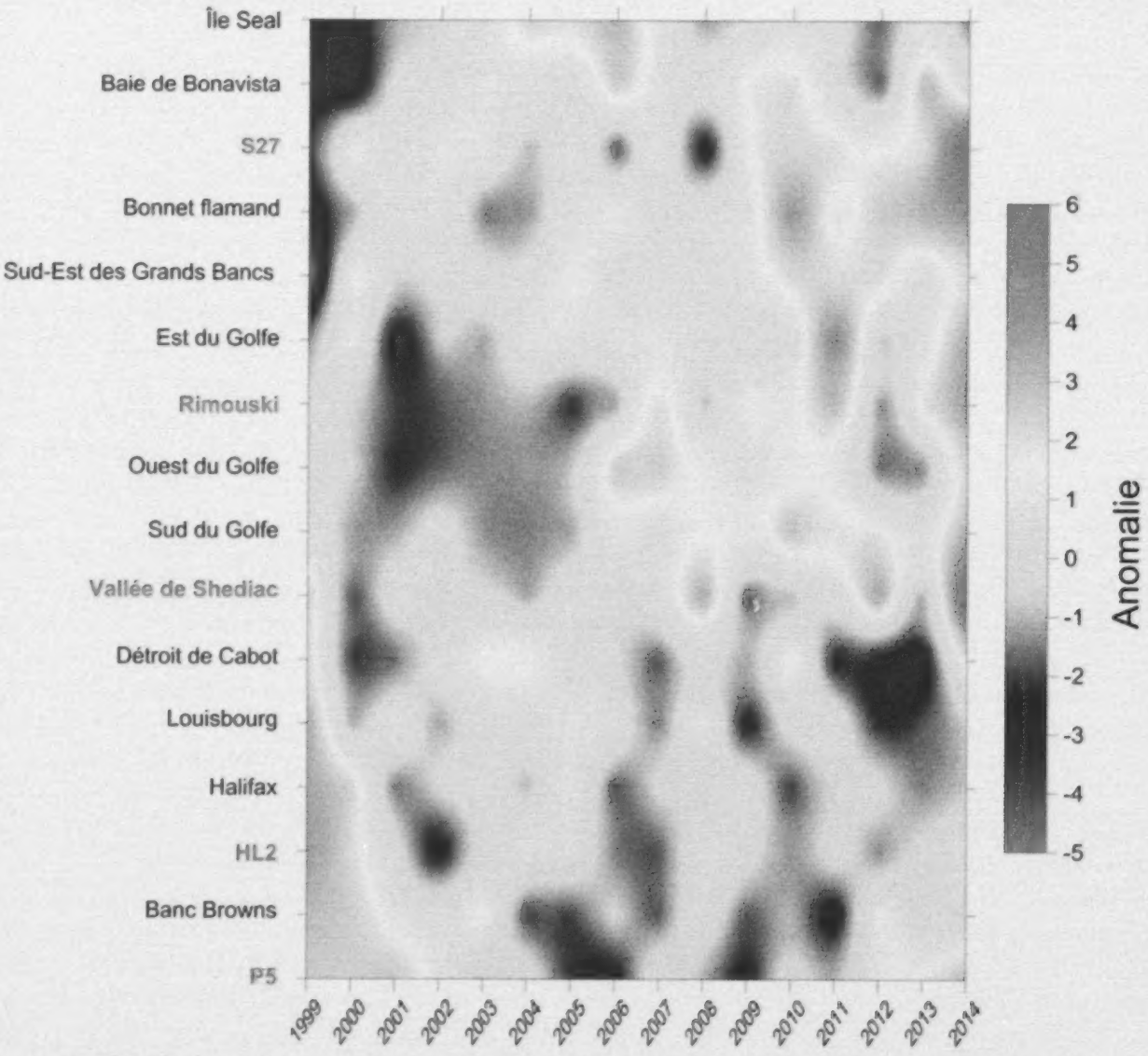

Figure 12. Illustration schématique des anomalies totales d'abondance des copépodes et des non-copépodes sur les sections océanographiques et les stations fixes (indiquées en rouge à gauche) ; le bleu indique des abondances sous la normale (1999-2010) alors que le rouge indique des abondances au-dessus de la normale.

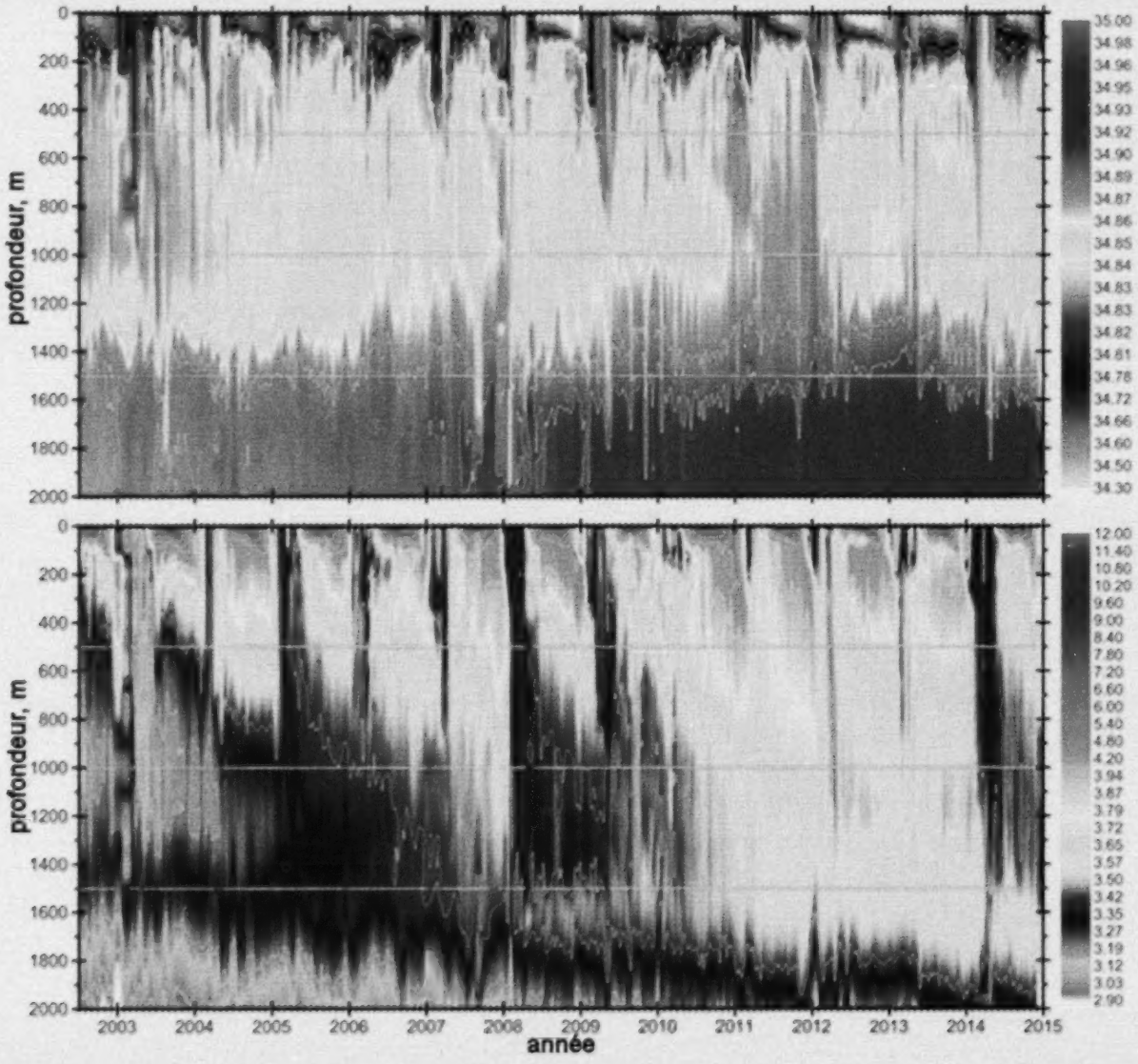

Figure 13. Évolution temporelle de (haut) la salinité et (bas) la température dans la mer du Labrador (ouest à centre), telle que dérivée par les profileurs Argo durant la période 2002-14.

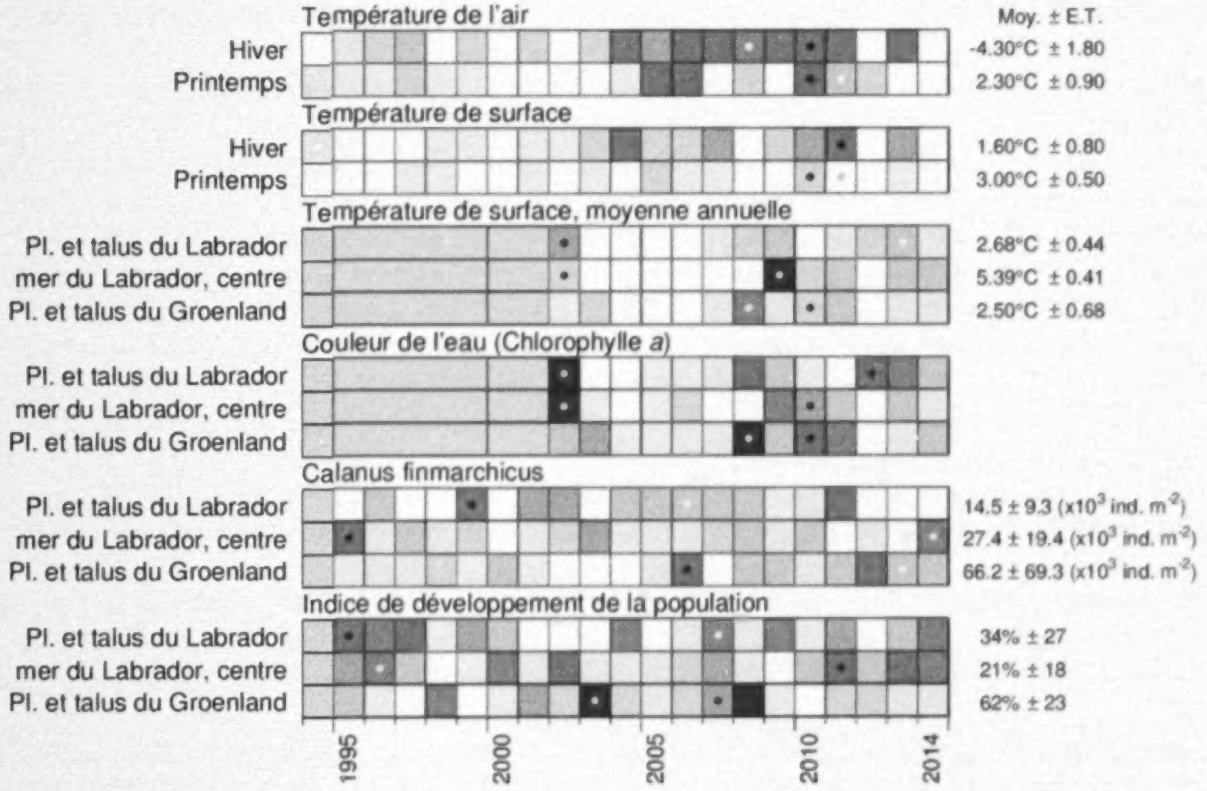

Figure 14. Pour la région de la mer du Labrador, anomalies normalisées annuelles et/ou saisonnières de paramètres physiques et biologiques, intégrées sur de grandes superficies en utilisant soient des jeux de données de réanalyses, de télédétection et de zooplancton entre 1994 et 2014. Les températures sont considérées près de la normale lorsqu'elles sont à l'intérieur de ½ écart-type de la moyenne climatologique (palette telle que la figure 5), tandis qu'un intervalle de ⅓ écart-type est utilisé pour les paramètres biologiques (palette telle que la figure 9).

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pêches et Océans Canada
C. P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Téléphone : 709-772-3332
Courriel : DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Conditions océanographiques dans la zone Atlantique en 2014. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/030.

Also available in English:

DFO. 2015. Oceanographic conditions in the Atlantic zone in 2014. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/030.